

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 61 739.2

Anmeldetag: 30. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur EMV-optimierten Ansteuerung elektrischer Verbraucher

IPC: H 02 J, H 02 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Remus".

Remus

R. 304672

Robert Bosch GmbH

5 23. Dezember 2002

### **Vorrichtung zur EMV-optimierten Ansteuerung elektrischer Verbraucher**

#### Technisches Gebiet

10

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die Eigenschaft eines elektrischen Systems, sich in Nachbarschaft anderer Systeme neutral zu verhalten. Angewandt auf das Kraftfahrzeug bedeutet dies einerseits, dass die verschiedenen dort eingebauten elektrischen und elektronischen Systeme wie z.B. die Zündanlage, das elektronische Einspritzsystem, ABS-ASR, Airbag, Autoradio, Autotelefon, Navigationssystem und dergleichen in enger räumlicher Nachbarschaft nebeneinander funktionsfähig sein müssen und sich gegenseitig nicht unzulässig beeinflussen dürfen. Zum anderen muss sich das Kraftfahrzeug als System neutral in seine Umwelt einfügen, d.h. es darf weder andere Fahrzeuge elektrisch beeinflussen, noch die Übertragung des Rundfunks, Fernsehens und andere Funkdienste stören. Umgekehrt muss das Kraftfahrzeug in Gegenwart starker Felder (z.B. in der Nähe von Sendern) voll funktionsfähig bleiben. Daher sind elektrische Systeme für Kraftfahrzeuge sowie Kraftfahrzeuge als ganzes so auszustatten, dass sie elektromagnetisch verträglich sind.

20

25

#### Stand der Technik

Zur Steuerung von Gebläsemotoren, wie sie beispielsweise bei Kraftfahrzeuganwendungen zum Einsatz kommen, werden in der Regel hochfrequente Taktregler eingesetzt, mit denen die Gebläsemotoren verlustarm und stufenlos steuerbar sind. Zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) insbesondere hinsichtlich leitungsgebundener Abstrahlung werden EMV-Maßnahmen erforderlich. Dazu werden das EMV-Verhalten günstig beeinflussende Induktivitäten und Kapazitäten eingesetzt, die innerhalb einer Ansteuerung für die Gebläsemotoren zwischen einer Spannungsquelle und Leistungshalbleiterbauelementen, mit denen die Gebläsemotoren angesteuert werden, angeordnet sind. Ohne Vor-30  
sehen einer EMV-verbessernden Maßnahmen würde das Bordnetz eines Kraftfahrzeuges mit einem hohen Strom  $I_{Max}$  belastet. Die innerhalb der EMV-Maßnahme eingesetzten Induktivitäten (Spulen) und Kapazitäten (Kondensatoren) führen zu einem zweifach tiefpass-35  
gefisierten Strom. Die Dimensionierung der Induktivität und der Kapazität hängen im Langwellenbereich und im Kurzwellenbereich im wesentlichen von der Höhe des maximalen

35

fließenden Stromes  $I_{Max}$  sowie der Frequenz  $f = 1/t_{Periode}$  ab, mit der getaktet wird. Momentan erfolgt eine Taktung hochfrequenter Taktregler in der Regel mit Frequenzen, die  $\geq 20$  kHz liegen.

- 5 Abhängig vom im Bordnetz eines Kraftfahrzeuges fließenden maximalen Strom  $I_{Max}$  werden die Induktivität bzw. die Kapazität der EMV-Maßnahme dimensioniert.

WO 88/10367 offenbart ein Verfahren zur Ansteuerung von elektrischen Verbrauchern, bei dem beim Schalten relativ großer Lasten diese Lasten zeitversetzt derart ein- und ausgeschaltet werden, dass ein beim Einschaltvorgang fließender Strom im wesentlichen kontinuierlich ansteigt und beim Ausschaltvorgang im wesentlichen kontinuierlich wieder abfällt.

Aus WO 98/58445 ist ein Verfahren zur Ansteuerung wenigstens zweier elektrischer Verbraucher bekannt. Gemäß dieses Verfahrens werden mindestens zwei elektrische Verbraucher mittels einer gemeinsamen Schaltungsanordnung durch pulsweitenmodulierte Signale angesteuert, wobei ein während einer Pulspause der pulsweitenmodulierten Signale fließender, von einer Induktivität der elektrischen Verbindungsleitungen abhängiger Zuleitungsstrom von einer Pufferkapazität aufgenommen wird. Die pulsweitenmodulierten Signale werden zeitlich versetzt generiert. Bei einer Überlagerung der pulsweitenmodulierten Signale wird eine gleichzeitig auftretende Pulspause aller pulsweitenmodulierten Signale vermieden. Die pulsweitenmodulierten Signale werden mit einem Tastverhältnis von 50 % angesteuert, wobei die pulsweitenmodulierten Signale um eine halben Periodendauer zeitlich zueinander versetzt generiert werden.

25

#### Darstellung der Erfindung

Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung ist eine hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) optimierte Auslegung einer Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens zweier elektrischer Antriebe möglich. Die beiden elektrischen Antriebe, bei denen es sich um Gleichstrommotoren (DC) handeln kann, können - um ein Anwendungsbeispiel zu nennen - als Gebläsemotoren bei Kraftfahrzeugkühlern eingesetzt werden. Aufgrund einer hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit optimalen Ansteuerung der die wenigstens zwei elektrischen Verbraucher ansteuernden Leistungshalbleiterbauelemente durch pulsweitenmodulierte Signale mit einem Tastverhältnis von 40, bevorzugt 50 % oder 60 % kann der im Bordnetz des Kraftfahrzeuges fließende maximale Strom  $I_{Max}$  auf  $I_{Max}/2$  begrenzt werden. Da der maximale Strom im Bordnetz durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung halbiert werden kann, und der maximale Stromwert ein Auslegungskriterium hinsichtlich der Dimensionierung der in der EMV-Maßnahme eingesetzten

Induktivität bzw. Kapazität darstellt, lassen sich die in der EMV-Maßnahme eingesetzten erwähnten Bauteile kleiner dimensionieren, da lediglich nur noch ein Bruchteil ihrer 5 ursprünglichen Induktivität bzw. Kapazität erforderlich ist. Durch die vorgeschlagene Maßnahme können die zur Entstörung insbesondere im Langwellenbereich eingesetzten Induktivitäten (Spulen) und Kapazitäten (Kondensatoren) wesentlich kleiner dimensioniert werden. Werden die die wenigstens zwei elektrischen Antriebe ansteuernden Leistungshalbleiterbauelemente mit einem Tastverhältnis von vorzugsweise 50 % angesteuert, sieht das 10 Bordnetz des Kraftfahrzeuges einen "echten" Gleichstrom. Bei den anderen angegebenen Tastverhältnissen, d.h. bei einem Tastverhältnis von 40 % bzw. bei einem solchen von 60 % kann die Amplitude des getakteten Stromes auf dem Bordnetz halbiert werden. Ferner kann der durch Elektrolytkondensatoren fließende Strom auf die Hälfte des Stromes reduziert werden, verglichen mit einer gleichzeitigen Taktung der die wenigstens zwei elektrischen 15 Antriebe steuernden Leistungshalbleiterbauelemente. Bei den eingesetzten Leistungshalbleiterbauelementen kann es sich beispielsweise um Mosfet-Transistoren, um Bipolartransistoren oder um IGBT- oder IGCT-Transistoren handeln.

Als weitere Ansteuerungsmöglichkeit der wenigstens beiden elektrischen Verbraucher kann eine zeitversetzte Bestromung der beiden Gebläsemotoren mit unterschiedlichen Tastverhältnissen nach dem oben beschriebenen Prinzip erfolgen. Dadurch lässt sich eine 20 Nutzung der beiden elektrischen Verbraucher als Lüftermotoren für ein Doppelgebläse am Kühler eines Kraftfahrzeuges schaffen, wobei ein elektrischer Antrieb als Lüfter für den Fahrzeugkühler des Verbrennungsmotors eingesetzt werden kann und der zweite elektrische Antrieb als Lüfter beispielsweise für den Wärmeaustauscher einer Klimaanlage eingesetzt werden kann.

25

### Zeichnung



Die Erfindung wird anhand der Zeichnung nachstehend detaillierter beschrieben.

30

Es zeigt:

Figur 1 eine Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens zweier elektrischer Verbraucher mittels einer EMV-Maßnahme,

35

Figur 2 den Verlauf des zwei elektrische Verbraucher ansteuernden Ansteuersignales  $U_{Gate}$  sowie den Verlauf eines in der Zuleitung fließenden Stromes,

Figur 3 eine hinsichtlich des EMV-Verhaltens optimierte Vorrichtung zur Ansteuerung zweier elektrischer Verbraucher gemäß der vorliegenden Erfindung,

Figur 4 die Ansteuersignalverläufe von Ansteuersignalen  $U_{Gate1}$  und  $U_{Gate2}$  sowie den sich in der Zuleitung einstellenden Stromverlauf für ein erstes Tastverhältnis,

5 Figur 5 Signalverläufe des ersten Ansteuersignales  $U_{Gate1}$  und des zweiten Ansteuersignales  $U_{Gate2}$  und den sich ergebenden Stromverlauf innerhalb der Zuleitung für ein optimiertes Tastverhältnis,

10 Figur 6 die Signalverläufe der beiden Ansteuersignale  $U_{Gate1}$ ,  $U_{Gate2}$  für ein weiteres Tastverhältnis und der sich einstellende Zuleitungsstrom  $I_L$ ,

Figur 7 den Verlauf des Stromes  $I_{EFF}$  über einen Elektrolytkondensator aufgetragen für verschiedene Tastverhältnisse für eine Einfach-Endstufe und

15 Figur 8 den Verlauf des effektiven Elektrolytkondensatorstromes  $I_{EFF}$  für eine Doppelendstufe.

#### Ausführungsvarianten

20 Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens zweier elektrischer Verbraucher mittels einer EMV-Maßnahme, die eine Induktivität sowie eine Kapazität enthält.

Die in Figur 1 dargestellte, aus dem Stand der Technik bekannte Schaltungsanordnung umfasst einen Masseanschluß 1 sowie eine Versorgungsspannungsklemme 2. Zwischen den

25 Anschlüssen 1 und 2 und einem Mikrokontroller 7 ( $\mu C$ ) der Schaltungsanordnung ist eine EMV-Maßnahme 3 vorgesehen, die eine Induktivität L und eine Kapazität C enthält. Zwischen der EMV-Maßnahme 3 und den Komponenten der Schaltungsanordnung erstreckt sich eine Zuleitung 6. Der in der Zuleitung 6 fließende Strom ist mit  $I_L$  angedeutet. Die Schaltungsanordnung gemäß der Darstellung in Figur 1 umfasst einen Mikrokontroller 7

30 ( $\mu C$ ). Am Mikrokontroller 7 ( $\mu C$ ) ist ein Ausgang 8 angeordnet, an welchem eine erste Ansteuerleitung 9 vorgesehen ist. Der ersten Ansteuerleitung 9 zur Ansteuerung eines ersten Leistungshalbleiterbauelementes 11 ist ein Abgriffspunkt 10 zugeordnet, an dem eine zweite Ansteuerleitung 17 angeschlossen ist. Mittels der zweiten Ansteuerleitung 17 wird ein zweites Leistungshalbleiterbauelement 12 angesteuert. Die beiden Leistungshalbleiterbauelemente 11 und 12, die zur Ansteuerung eines ersten elektrischen Antriebes 14 und

35 eines zweiten elektrischen Antriebes 15 dienen, werden über den Mikrokontroller 7 gleichzeitig und nicht unabhängig voneinander, d.h. getaktet mit verschobenen Ansteuerzeiten angesteuert, sondern gleichzeitig mit ein und demselben durch den Mikrokontroller 7 ( $\mu C$ ) generierten Signal beaufschlagt. Den ersten elektrischen Antrieb 14 sowie den zweiten e-

lektrischen Antrieb 15 ist jeweils ein Bürstenpaar 16 zugeordnet; ferner sind dem ersten elektrischen Antrieb 14 und dem zweiten elektrischen Antrieb 15 jeweils eine Freilaufdiode 13 parallel geschaltet.

- 5 Aus Figur 2 gehen der Verlauf des die beiden elektrischen Antriebe ansteuernden Ansteuer signales  $U_{Gate}$  sowie der Verlauf des in der Zuleitung fließenden Stromes näher hervor.

Die Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 gemäß der in Figur 1 dargestellten Anordnung werden über die erste Ansteuerleitung 9 parallel in einem Tastverhältnis angesteuert

10 mit einer Pulsdauer, die einem Bruchteil einer Periodendauer  $T_P$  entspricht (Maximalspannung  $U_{Max}$ ). Während der Pulspause, d.h. des verbleibenden zeitlichen Anteiles der Periodendauer  $T_P$  hat das Ansteuersignal  $U_{Gate}$  den Wert 0. Demzufolge ergibt sich während der Pulsdauer in der Zuleitung 6 ein Zuleitungsstrom  $I_L$ , welcher bei gleichzeitiger Ansteuerung beider Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 seinen Maximalwert  $I_{Max}$  annimmt.

15 Mit diesem Strom würde das Bordnetz beispielsweise eines Kraftfahrzeuges beaufschlagt, wenn eine EMV-Maßnahme 3 in Gestalt einer zusätzlichen Induktivität L bzw. in Gestalt einer zusätzlichen Kapazität C nicht vorgesehen wäre.

Der Darstellung gemäß Figur 3 ist eine hinsichtlich des EMV-Verhaltens optimierte Vorr 20 richtung zur Ansteuerung zweier elektrischer Verbraucher gemäß der vorliegenden Erfindung zu entnehmen.

Auch die in Figur 3 dargestellte Schaltungsanordnung umfasst einen Masseanschluß 1 sowie eine Versorgungsspannungsquelle 2, an der beispielsweise die 12 V Fahrzeughattarie eines Kraftfahrzeuges angeschlossen werden kann. Die EMV-Maßnahme 3 umfasst eine Induktivität  $L_{red}$  sowie eine Kapazität  $C_{red}$ . Die innerhalb der EMV-Maßnahme 3 angeordneten Induktivitäten bzw. Kapazitäten stellen reduzierte, d.h. kleiner dimensionierte Bauteile dar, die in der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Vorrichtung zur Ansteuerung zweier elektrischer Antriebe 14 bzw. 15 eingesetzt werden können. Der in der Zuleitung 6 der

30 Schaltungsanordnung gemäß Figur 3 fließende Strom ist durch  $I_L$  gekennzeichnet. Die Schaltungsanordnung gemäß der Darstellung in Figur 3 umfasst einen Mikrokontroller 7 ( $\mu C$ ), der einen ersten Ausgang 22 sowie einen zweiten Ausgang 23 umfasst. Am ersten Ausgang 22 des Mikrokontrollers 7 ( $\mu C$ ) ist die erste Ansteuerleitung 9 angeschlossen, mit der das erste Leistungshalbleiterbauelement 11 angesteuert wird. An dem weiteren, ausgangsseitig am Mikrokontroller 7 ( $\mu C$ ) vorgesehenen zweiten Ausgang 23 ist die zweite Ansteuerleitung 17 angeschlossen, mit der das zweite Leistungshalbleiterbauelement 12 angesteuert wird. Gemäß Figur 3 ist das über die erste Ansteuerleitung 9 übertragene Ansteuersignal  $U_{Gate1}$  bezeichnet, während das über die zweite Ansteuerleitung 17 übertragene Signal mit  $U_{Gate2}$  bezeichnet ist.

Analog zur Darstellung gemäß Figur 1 wird über das erste Leistungshalbleiterbauelement 11 der erste elektrische Antrieb 14, dem eine Freilaufdiode 13 parallelgeschaltet ist, angesteuert, während mittels des über die zweite Ansteuerleitung 17 mit dem Ansteuersignal 5  $U_{Gate2}$  angesteuerten zweiten Leistungshalbleiterbauelement 12 der zweite elektrische Antrieb 15 angesteuert wird, dem ebenfalls eine Freilaufdiode 13 parallelgeschaltet ist. Mit der in Figur 3 dargestellten gemäß der vorliegenden Erfindung konfigurierten Ansteuervorrichtung können die beiden elektrischen Antriebe 14, 15 zeitversetzt angesteuert werden, d.h. der erste elektrische Antrieb 14 kann zu den Zeiten, in denen der zweite elektrische 10 Antrieb 15 nicht benötigt wird, angesteuert werden und umgekehrt. Dadurch lässt sich eine Nutzung für ein Doppelgebläse erzielen, wobei mit einem der elektrischen Antriebe 14, 15 ein Lüfterantrieb realisiert werden kann zur Kühlung des Kühlwassers einer Verbrennungskraftmaschine und der über den zweiten elektrischen Antrieb 15 angetriebene Lüfter den Wärmetauscher z.B. der Klimaanlage eines Fahrzeuges kühlen kann. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass dem ersten elektrischen Antrieb 14 sowie dem zweiten elektrischen Antrieb 15, die bevorzugt als Gleichstrommotoren (DC-Antriebe) ausgeführt sind, jeweils ein Brüstenpaar 16 zugeordnet ist. Dieses ist in der Darstellung gemäß Figur 3 jedoch nur schematisch angedeutet. Obwohl prinzipiell durchaus unterschiedliche Tastverhältnisse für die elektrischen Antriebe 14, 15 eingestellt werden können, ergibt sich ein 15 besonders großer Vorteil dann, wenn die beiden Tastverhältnisse  $TV$ , mit denen die beiden Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 unabhängig ansteuerbar sind, in der Summe  $\leq 100\%$  liegen, d.h. wenn erfüllt ist  $TV_{out, gesamt} = TV_{out, 14} + TV_{out, 15} < 100\%$ .

Gemäß einer zeichnerisch nicht dargestellten Ausführungsvariante lassen sich anstelle von 20 zwei elektrischen Verbrauchern (wie im Zusammenhang mit Figur 3 dargestellt) mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen, das EMV-Verhalten optimierenden Verfahren auch n elektrische Verbraucher ansteuern. Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsvariante lässt sich bei entsprechender Modifikation des Microcontrollers 7 um mehr als zwei Ausgänge 22, 23 auch zur Ansteuerung von n elektrischen Verbrauchern, wie sie die Antriebe 14 und 25 15 darstellen, erweitern. Anstelle der in Figur 3 dem Microcontroller 7 zugeordneten Ausgänge 22, 23 umfasst dieser n Ausgänge, über welche jeweils n Ansteuerleitungen zu n Halbleiter-Bauelementen führen, über welche n elektrische Verbraucher jeweils angesteuert werden. Jede dieser n Ansteuerleitungen wären mit einem entsprechenden Ansteuersignal 30  $U_{Gate, n}$  zu belegen, über welche die n Leistungshalbleiter-Bauelemente angesteuert werden. Dem Microcontroller 7 gemäß dieser zeichnerisch nicht dargestellten Ausführungsvariante 35 des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens ist analog zur Darstellung gemäß Figur 3 ein die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) beeinflussendes Filterelement 3 vorgeschaltet, welches eine Induktivität L sowie eine Induktivität C enthält. Den n elektrischen Verbrauchern sind jeweils eine Freilaufdiode parallel geschaltet, wobei die Anzahl in

einer Schaltungsanordnung der Anzahl n entspricht, in der die elektrischen Verbraucher in der Schaltungsanordnung enthalten sind.

- 5 Aus der Darstellung gemäß Figur 4 gehen die Ansteuersignalverläufe der Ansteuersignale  $U_{Gate1}$  sowie  $U_{Gate2}$  sowie der sich in der Zuleitung der Schaltungsanordnung gemäß Figur 3 einstellende Stromverlauf näher hervor.

10 Das über die erste Ansteuerleitung 9 an das erste Leistungshalbleiterbauelement 11 übertragene Ansteuersignal  $U_{Gate1}$  umfasst Pulsdauern 24 sowie Pulspausen 25, die während einer Periodendauer  $T_P$  anliegen. Die Darstellung gemäß Figur 4 zeigt die Signalverläufe für ein erstes Tastverhältnis 18 von beispielsweise 40 %. Dies bedeutet, dass die Pulsdauer 24 etwa 40 % der Zeitdauer der Periodendauer  $T_P$  einnimmt, d.h. die sich einstellende Pulspause 25 etwas länger bemessen ist als die Pulsdauer 24, während der das Ansteuersignal  $U_{Gate1}$  seinen Maximalwert, d.h.  $U_{Max}$  annimmt.

- 15 Das über die zweite Ansteuersignal 17 an das zweite Leistungshalbleiterbauelement 12 übertragene Ansteuersignal  $U_{Gate2}$  ist in bezug auf die Periodendauer  $T_P$  zeitversetzt. Die Pulsdauer des zweiten Ansteuersignales  $U_{Gate2}$  ist mit Bezugszeichen 26 bezeichnet, während die Pulspause des Ansteuersignales  $U_{Gate2}$  durch Bezugszeichen 27 gekennzeichnet ist.  
20 Die beiden Ansteuersignale  $U_{Gate1}$  sowie  $U_{Gate2}$  erreichen während ihrer Pulsdauern 24 bzw. 26 jeweils Maximalspannungswerte  $U_{Max}$ .

25 Der sich in der Zuleitung 6 einstellende Zuleitungsstrom  $I_L$ , hier aufgetragen über halbe Periodendauern  $T_P/2$ , beträgt nur noch die Hälfte, d.h.  $I_{Max}/2$  des Stromes  $I_{Max}$  bei einer Schaltungsanordnung ohne EMV-Maßnahme 3. Die Induktivität L sowie die Kapazität C wirken sich nicht auf den Strom  $I_L$  aus, sondern ausschließlich auf den Strom, der zwischen dem Versorgungsspannungsanschluß 2 und der Induktivität L fließt und die Schaltungsanordnung versorgt.

- 30 Der bei einem ersten Tastverhältnis 18 (40 %) in der Zuleitung 6 fließende Zuleitungsstrom  $I_L$  entspricht betragsmäßig der Hälfte des in Figur 2 dargestellten maximalen Stromwertes  $I_{Max}$ , d.h.  $I_{Max}/2$ . Da bei dem ersten Tastverhältnis 18 der in der Zuleitung 6 fließende Zuleitungsstrom  $I_L$  mehr als halbiert werden kann, können die in der EMV-Maßnahme 3 gemäß der Darstellung der Schaltungsanordnung in Figur 3 vorgesehenen Induktivitäten bzw.  
35 Kapazitäten geringer dimensioniert werden, d.h. kleiner bauen und hinsichtlich der Erfordernisse kleiner ausgelegt werden; d.h. es kann eine reduzierte Induktivität  $L_{red}$  sowie eine reduzierte Kapazität  $C_{red}$  eingesetzt werden (vergleiche Darstellung gemäß Figur 3).

Figur 5 zeigt die Signalverläufe des ersten Ansteuersignales  $U_{Gate1}$  sowie des zweiten Ansteuerungssignales  $U_{Gate2}$ , mit denen die Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 der Schaltungsanordnung gemäß Figur 3 ansteuerbar sind sowie den sich aus den Ansteuersignalen  $U_{Gate1}$  bzw.  $U_{Gate2}$  ergebenden Stromverlauf innerhalb der Zuleitung 6.

5

Während einer vollen Periodendauer  $T_P$  liegen in alternierender Reihenfolge bei einem optimierten Tastverhältnis 19 (50 %) in der ersten Ansteuerleitung 9 Pulsdauern 28 sowie hinsichtlich ihrer Dauer identisch zur Pulsdauer 28 bemessene Pulspausen 29 in alternierender Abfolge an. Zeitlich versetzt dazu, liegen auf der zweiten Ansteuerleitung 17 zur Ansteuerung des zweiten Halbleiterbauelementes 12 Pulsdauern 30 sowie Pulspausen 31 über eine gesamte Periodendauer  $T_P$  in alternierender Abfolge an. Den Ansteuersignalen  $U_{Gate1}$  sowie  $U_{Gate2}$  auf der ersten Ansteuerleitung 9 sowie der zweiten Ansteuerleitung 17 ist gemeinsam, dass während der Pulsdauern 28 bzw. 30 jeweils die Maximalspannung  $U_{Max}$  erreicht wird.

10

Der sich aus den Ansteuerungsverläufen der Ansteuersignale  $U_{Gate1}$  sowie  $U_{Gate2}$  ergebende Stromverlauf  $I_L$  in der Zuleitung 6 entspricht einem echten Gleichstrom, der vom Betrag her der Hälfte des maximalen Stromes  $I_{Max}$  gemäß der Darstellung in Figur 2 entspricht. Bei einem optimierten Tastverhältnis 19, mit welchem die beiden Leistungshalbleiterbau-  
20 elemente 11 bzw. 12 über die jeweiligen Ansteuerleitungen 9 bzw. 17 angesteuert werden, sieht das Bordnetz eines Kraftfahrzeuges beispielsweise einen echten Gleichstrom. Auch der über Elektrolytkondensatoren fließende Strom ist auf die Hälfte des Stromwertes reduziert, verglichen mit einer gleichzeitigen Taktung der beiden Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 gemäß der Schaltungsanordnung nach Figur 1.

25

Figur 6 sind die Signalverläufe zwei Ansteuersignale  $U_{Gate1}$  bzw.  $U_{Gate2}$  bei einem weiteren, dritten Tastverhältnis zu entnehmen, sowie der sich einstellende Zuleitungstrom  $I_L$ .

30

Bei Einstellung eines Tastverhältnisses 20 (60 %) zur Ansteuerung der beiden Leistungs-  
halbleiterbauelemente 11, 12 der Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens zweier elektri-  
scher Antriebe 14, 15 gemäß Figur 3 steht während einer vollen Periodendauer  $T_P$  während  
der Pulsdauer 32 hinsichtlich des ersten Ansteuerungssignales  $U_{Gate1}$  die Maximalspannung  
 $U_{Max}$  in der ersten Ansteuerleitung 9 an. An die Pulsdauer 32 schließt sich im weiteren Sig-  
nalverlauf eine Pulspause 33 an, die aufgrund des eingestellten dritten Tastverhältnisses 20  
35 kürzer bemessen ist als die Dauer des Pulses 32.

Versetzt zum Verlauf des ersten Ansteuersignales  $U_{Gate1}$  verläuft das weitere, zweite An-  
steuersignal  $U_{Gate2}$ . Dessen Pulsdauer 34 ist analog zum Signalverlauf des ersten Ansteue-

rungssignales  $U_{Gate1}$  während der Periodendauer  $T_P$  länger bemessen als die zwischen den einzelnen Pulsdauern 34 liegenden Pulspausen 35.

Durch die Ansteuerung der beiden Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 mit dem Ansteuersignalen  $U_{Gate1}$  bzw.  $U_{Gate2}$  über die erste Ansteuerleitung 9 sowie die zweite Ansteuerleitung 17 stellt sich in der Zuleitung 6 ein Stromverlauf  $I_L$  ein, der durch einzelne Stromspannungsspitzen 36 charakterisiert ist. Während einer halben Periodendauer  $T_P/2$  stellt sich ein optimierter Bordnetzstrom  $I_{Max}/2$  ein, wobei das Stromniveau in der Zuleitung 6 zu Beginn einer jeden halben Periodendauer  $T_P/2$  einen maximalen Stromwert  $I_{Max}$  annimmt.

Mit dem der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Vorrichtung ist es darüber hinaus möglich, beide elektrischen Antriebe 14, 15 mit unterschiedlichen Tastverhältnissen, die im Bereich zwischen 10 und 90 % liegen, nach dem selben Prinzip, d.h. einer zeitversetzten Bestromung zu betreiben. Dadurch erschließt sich eine Nutzung eines zwei voneinander unabhängige elektrische Antriebe enthaltenden Doppelgebläses, wobei der erste elektrische Antrieb 14 als Lüfterantrieb zur Kühlung des Kühlwassers eines Verbrennungsmotors und der zweite elektrische Antrieb 15 als Lüfterantrieb für den Wärmetauscher einer Klimaanlage eingesetzt werden kann.

20

Figur 7 ist der Verlauf des Stromes I über einen Elektrolytkondensator zu entnehmen.

Die durch den Elektrolytkondensator fließenden Ströme sind für Tastverhältnisse von 10 % bis 90 %, jeweils über die Zeitachse aufgetragen. Bei einer Ansteuerung einer Einfachendstufe, welche z.B. durch die Parallelschaltung zweier Endstufen 14, 15 gemäß der Darstellung in Figur 1 verwirklicht ist, ergibt sich bei einem Tastverhältnis von 50 % ein Strom I (Elektrolytkondensatorstrom) von 7,5 A. Bei Tastverhältnissen von 70 % bzw. 80 % zur Ansteuerung einer Einfachendstufe, wie in der Figur 1 als Parallelschaltung zweier Endstufen dargestellt, ergeben sich Ströme I zwischen 9 A und 9,5 A. Für entsprechend niedrig gewählte Tastverhältnisse von 10 % stellt sich in dem Elektrolytkondensator beispielsweise ein Strom zwischen 0,5 und 1 A ein wobei dieser nach Abklingen von einigen ms seinen eingeschwungenen Zustand erreicht hat. Bei einem Tastverhältnis von 20 % beträgt der sich in der Zuleitung 6 einstellende Strom etwa 2,2 A, wobei mit Erhöhung des Tastverhältnisses eine Erhöhung der Einschwingzeit der Ströme in der Zuleitung 6 verbunden ist.

35

Figur 8 zeigt den Verlauf des Elektrolytkondensatorstromes für eine Doppel-Endstufe in Gestalt zweier unabhängiger Endstufen (gemäß der in Figur 3 dargestellten Schaltungsanordnung).

Bei der Ansteuerung zweier Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 über eine Doppel-Endstufe, z.B. zweier unabhängiger Endstufen, stellt sich im Elektrolytkondensator 3 der Strom I gemäß Figur 8 ein. Für ein optimales Tastverhältnis 19 (50 %) nimmt der in der Zuleitung fließende Strom einen Wert unterhalb von 0,5 A ein. Für ein erstes Tastverhältnis 18 (40 %, vergleiche Darstellung gemäß Figur 4) stellt sich ein Elektrolytkondensatorstrom von etwa 2,5 A gemäß der Darstellung in Figur 8 ein, einmal abgesehen von einer wenige ms dauernden Einschwingphase. Für ein weiteres, zweites Tastverhältnis 20 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 6) stellt sich ein effektiver Elektrolytkondensatorstrom  $I_{EFF}$  zwischen 3,5 und 4 A ein. Der vom Versorgungsspannungsanschluß 2 zur EMV-Maßnahme fließende Strom wird durch den LC-Pass gefiltert. Bei der Ansteuerung der beiden Leistungshalbleiterbauelemente 11 bzw. 12 für die beiden elektrischen Verbraucher 14, 15 (Gleichstrom-Stellantriebe) in einem in Figur 4 dargestellten Tastverhältnis 18 oder dem in Figur 5 dargestellten optimierten Tastverhältnis 19 wird die Frequenz des Stromes  $I_L$  halbiert, mit dem das Bordnetz, d.h. in diesem Fall die Zuleitung 6 belastet wird. Aufgrund der Halbierung der Frequenz des Ripple-Stromes kann die Lebensdauer von Kapazitäten, wie sie beispielsweise durch Elektrolytkondensatoren dargestellt werden, erheblich erhöht werden. Die durch die Halbierung der Frequenz des Ripple-Stromes des optimierten Bordnetzstromes  $I_{Max}/2$  (identisch mit  $I_L$ ) erlaubt die Absenkung des Stromniveaus, mit dem die Kapazität  $C_{red}$  belastet wird.

20

Die in den Figuren 7 und 8 eingezeichneten Prozentwerte von 10 % bis 90 % jeweils aufgetragen in 10 %-Schritten repräsentieren die unterschiedlichen Tastverhältnisse, die die pulsweiten modulierten Signale  $U_{Gate}$  gemäß Figur 2 sowie  $U_{Gate1}$ ,  $U_{Gate2}$  gemäß der Figuren 4, 5 und 6 entnehmbar sind.

25

Bezugszeichenliste

- 1 Masseanschluß  
2 Versorgungsspannungsanschluß  
5 3 EMV-Maßnahme  
4 L = Induktivität  
5 C = Kapazität  
6 Zuleitung  
7 Mikrokontroller ( $\mu$ C)  
10 8 Ausgang  
9 erste Ansteuerleitung  
10 Abgriffspunkt  
11 erstes Leistungshalbleiterbauelement  
12 zweites Leistungshalbleiterbauelement  
13 Freilaufdiode  
14 erster elektrischer Antrieb  
15 zweiter elektrischer Antrieb  
16 Bürstenpaar  
17 zweite Ansteuerleitung  
20  
U<sub>Gate</sub> Ansteuersignal  
I<sub>L</sub> Zuleitungsstrom  
U<sub>Max</sub> Maximalspannung  
T<sub>P</sub> Periodendauer  
25 U<sub>Gate1</sub> Ansteuersignal erster  $\mu$ C-Ausgang  
U<sub>Gate2</sub> Ansteuersignal zweiter  $\mu$ C-Ausgang  
T<sub>P</sub>/2 halbe Periodendauer  
18 erstes Tastverhältnis  
19 optimales Tastverhältnis  
30 20 drittes Tastverhältnis  
I<sub>Max</sub>/2 optimierter Bordnetzstrom  
L<sub>red</sub> reduzierte Induktivität  
C<sub>red</sub> reduzierte Kapazität  
35 22 erster Ausgang Mikrokontroller  $\mu$ C  
23 zweiter Ausgang Mikrokontroller  $\mu$ C  
24 Pulsdauer erstes TV U<sub>Gate1</sub>  
25 Pulspause erstes TV U<sub>Gate1</sub>  
26 Pulsdauer erstes TV U<sub>Gate2</sub>

- 27 Pulspause erstes TV  $U_{Gate2}$
- 28 Pulsdauer  $TV_{Opt} - U_{Gate1}$
- 29 Pulspause  $TV_{Opt} - U_{Gate1}$
- 30 Pulsdauer  $TV_{Opt} U_{Gate2}$
- 5    31 Pulspause  $TV_{Opt} U_{Gate2}$
- 32 Pulsdauer drittes TV  $U_{Gate1}$
- 33 Pulspause drittes TV  $U_{Gate1}$
- 34 Pulsdauer drittes TV  $U_{Gate2}$
- 35 Pulspause drittes TV  $U_{Gate2}$
- 10    36 Stromspitze ( $I_{Max}$ )

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer Anzahl n elektrischer Verbraucher (14, 15) in einer Schaltungsanordnung, wobei n wenigstens 2 ist und die Ansteuerung mittels n pulsweitenmodulierter Signale (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die n pulsweitenmodulierten Signale (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) zur Ansteuerung der n elektrischen Verbraucher (14, 15) zeitlich versetzt generiert werden, derart, dass der Effektivwert eines in einer Zuleitung (6) zu den n elektrischen Verbrauchern (14, 15) fließenden Stromes  $I_L$  reduziert ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein die elektromagnetische Verträglichkeit beeinflussender Filter (3) den n elektrischen Verbrauchern (14, 15) vorgeschaltet ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitversatz zwischen den n pulsweitenmodulierten Signalen (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) einen n-ten Teil der Periodendauer  $T_P$  der pulsweitenmodulierten Signale (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) beträgt.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die n elektrischen Verbraucher (14, 15) mit pulsweitenmodulierten Signalen (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) in einem Tastverhältnis (19) von 1/n angesteuert werden.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Tastverhältnis (19) von 1/n in einer Zuleitung (6) zum Bordnetz des Kraftfahrzeugs ein Gleichstrom  $I_L$  erzeugt wird, der im Vergleich zur Amplitude eines maximal zulässigen Stromes  $I_{Max}$  um die Hälfte reduziert ist.

6. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die n elektrischen Verbraucher (14, 15) über diesen jeweils zugeordneten Leistungshalbleiter-Bauelemente (11, 12,) angesteuert werden, denen jeweils eine separate Ansteuerleitung (9, 17) zur Übertragung der pulsweitenmodulierten Signale (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) zugeordnet ist.

7. Vorrichtung zur Ansteuerung n elektrischer Verbraucher (14, 15), insbesondere gemäß des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei ein die elektromagnetische Verträglichkeit beeinflussender Filter (3) eine Induktivität L und eine Kapazität C aufweist sowie einen die n elektrischen Verbraucher (14, 15) ansteuernder und Ansteuerungssignale generie-

render Mikrocontroller (7) vorgesehen ist, zur zeitversetzten Bestromung von Leistungshalbleiter-Bauelementen (11, 12), dadurch gekennzeichnet, dass der die Ansteuersignale generierende Microcontroller (7) einen ersten Ausgang (22) und einen zweiten Ausgang (23) aufweist, an welchen eine erste Ansteuerleitung (9) und eine zweite Ansteuerleitung (17) zur Ansteuerung von n Leistungshalbleiter-Bauelemente (11, 12) der n elektrischen Verbraucher (14, 15) angeschlossen sind.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die n Leistungshalbleiter-Bauelemente (11, 12) als Mosfet-Transistoren oder als Bipolartransistoren oder IGBT- oder IGCT-Transistoren ausgeführt sind.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster elektrischer Verbraucher (14) und ein zweiter elektrischer Verbraucher (15) ein Doppel- oder Tandemgebläse darstellen, wobei einer der elektrischen Verbraucher (14, 15) dem Kühler einer Verbrennungskraftmaschine und der andere der elektrischen Verbraucher (14, 15) dem Wärmetauscher einer Fahrzeugklimaanlage des Kraftfahrzeuges zugeordnet ist.

Zusammenfassung

- Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ansteuerung von n elektrischen Verbrauchern (14, 15) in einer Schaltungsanordnung, wobei die Ansteuerung mit pulsweitenmodulierten Signalen erfolgt. Es ist sowohl eine die elektromagnetische Verträglichkeit beeinflussende Induktivität L als auch eine diese beeinflussende Kapazität C vorgesehen, mit welcher ein in einer Zuleitung (6) fließender Strom  $I_L$  pufferbar ist. Die n pulsweitenmodulierten Signale (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) werden zeitlich versetzt generiert, derart, dass der Effektivwert eines in einer Zuleitung (6) zu den n elektrischen Verbrauchern (14, 15) fließenden Stroms  $I_L$  reduziert ist.

R. 304672

1 / 6

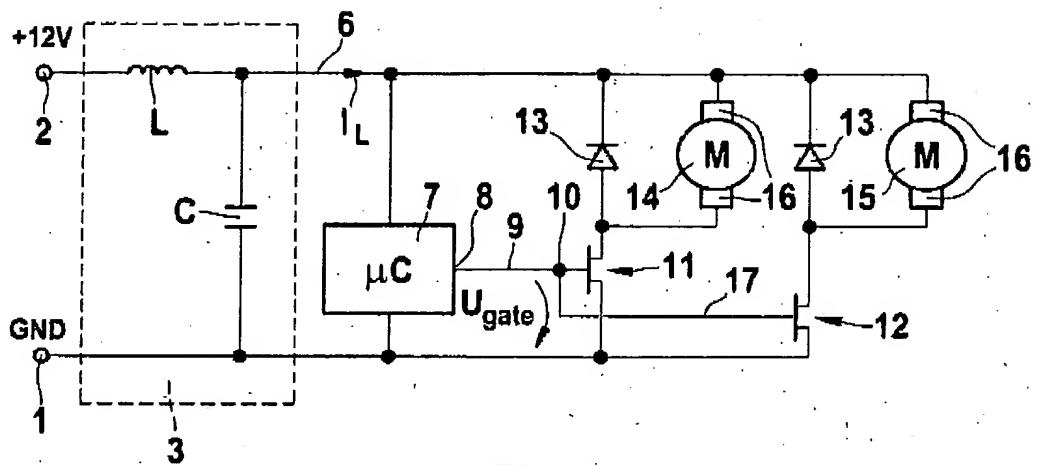
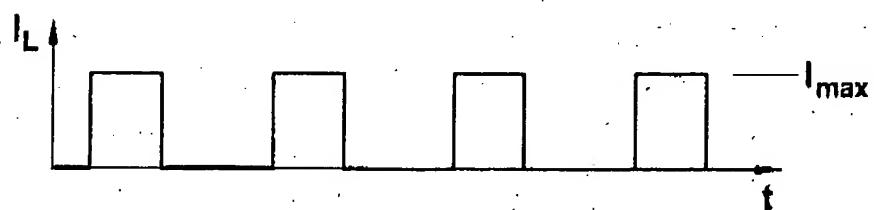
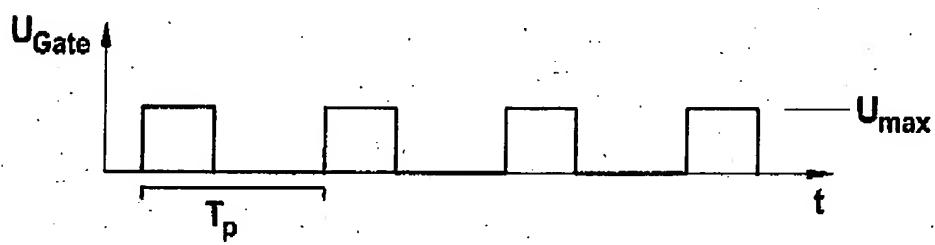


Fig. 1

Fig. 2



RB01/2233

R. 304672

2 / 6

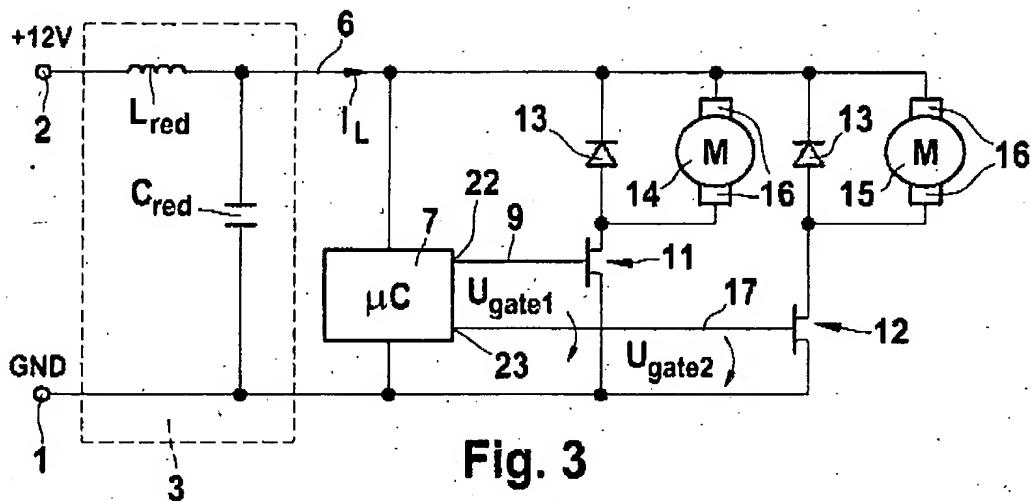
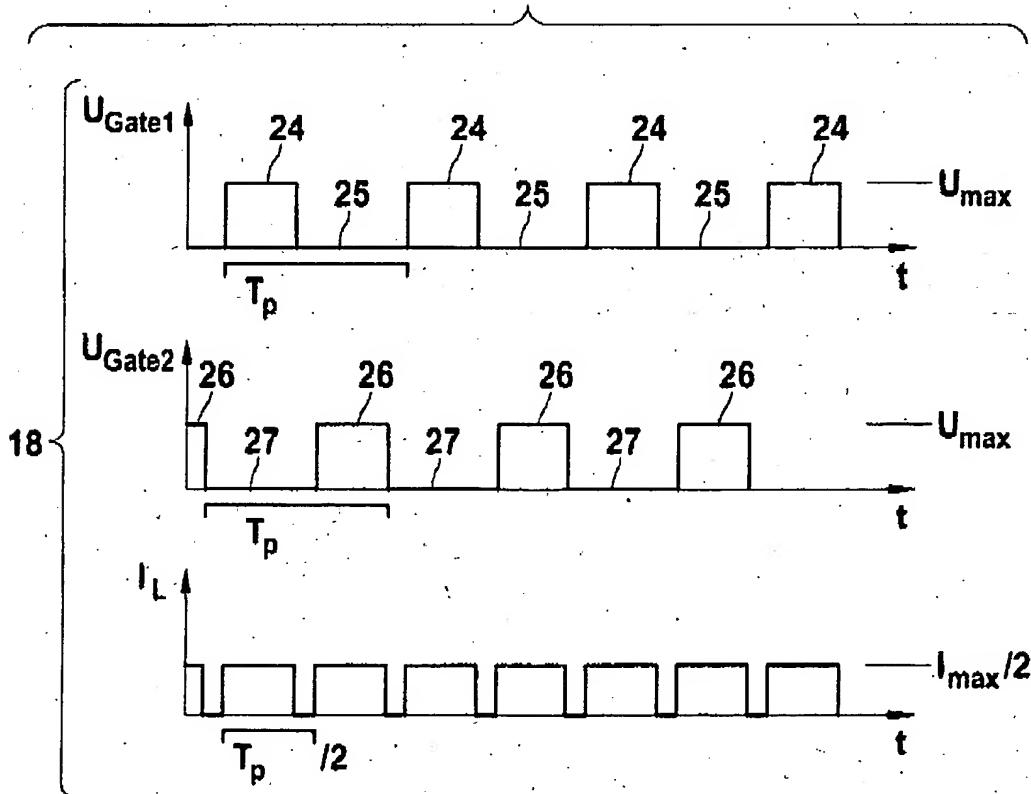


Fig. 3

Fig. 4

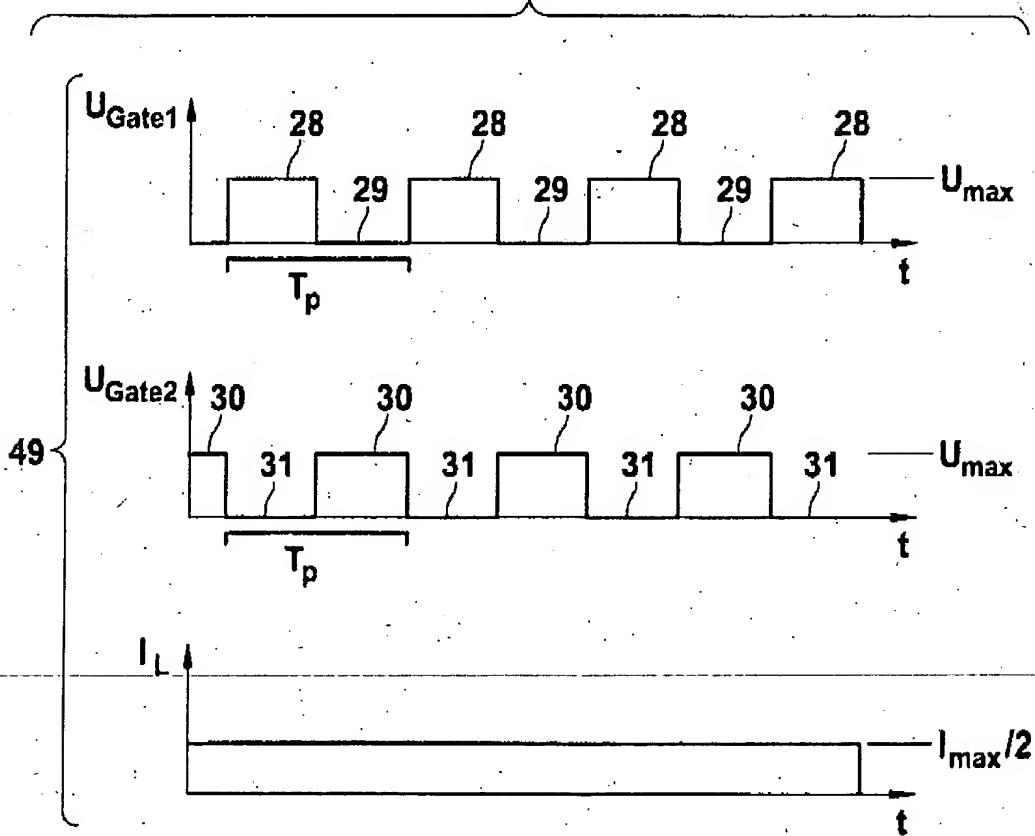


RB01/2233

R. 304672

3 / 6

Fig. 5

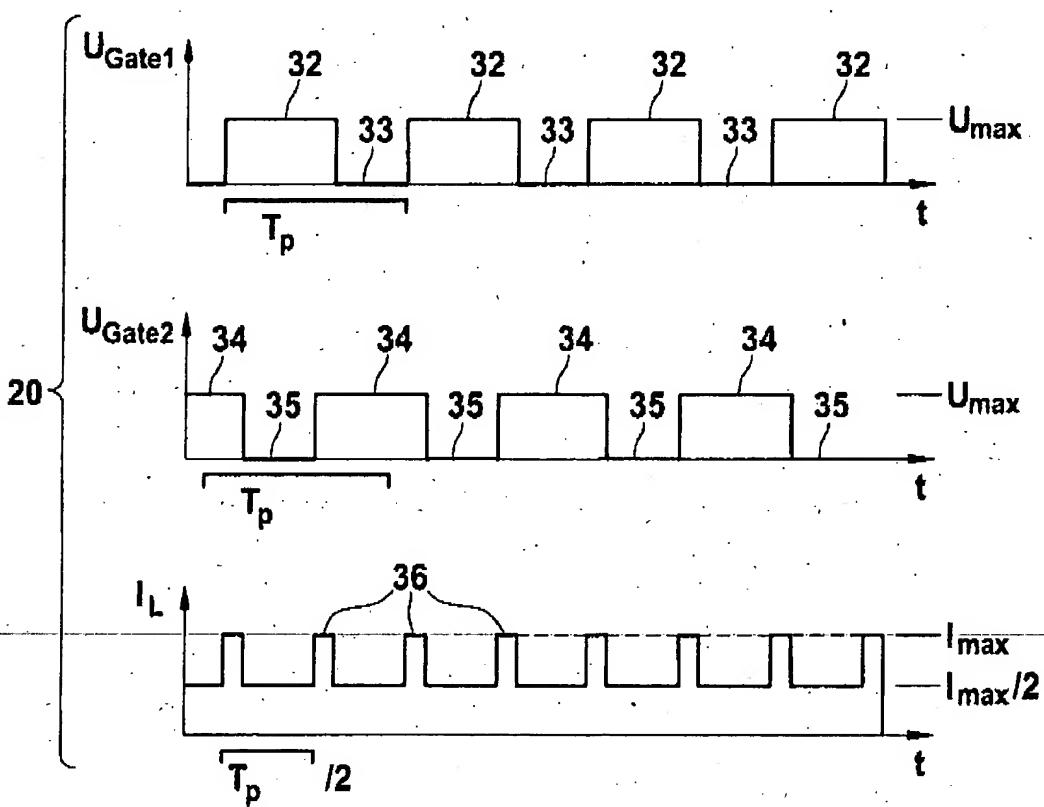


RB01/2233

R. 304672

4 / 6

Fig. 6

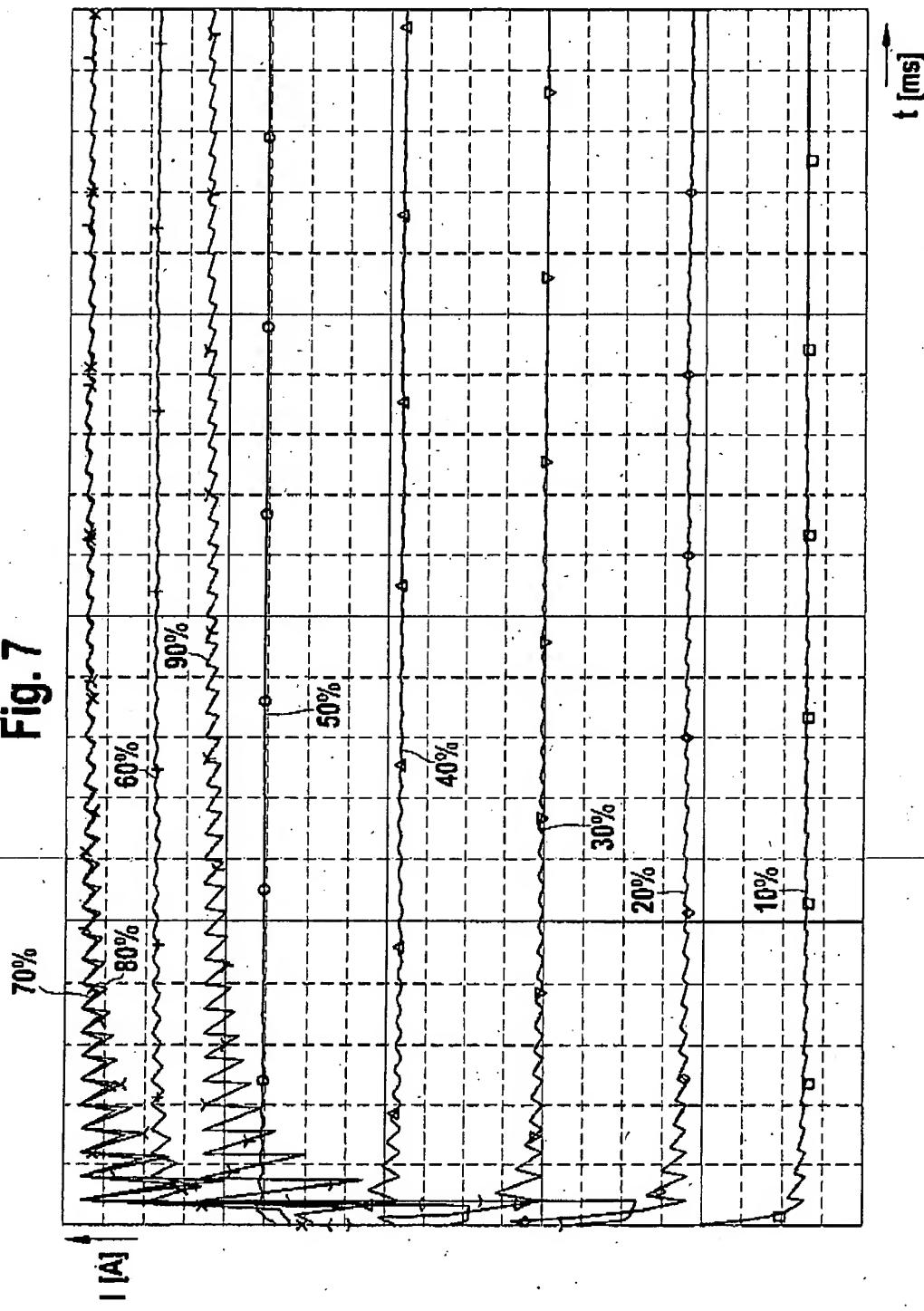


RB01/2233

R. 304672

5 / 6

Fig. 7

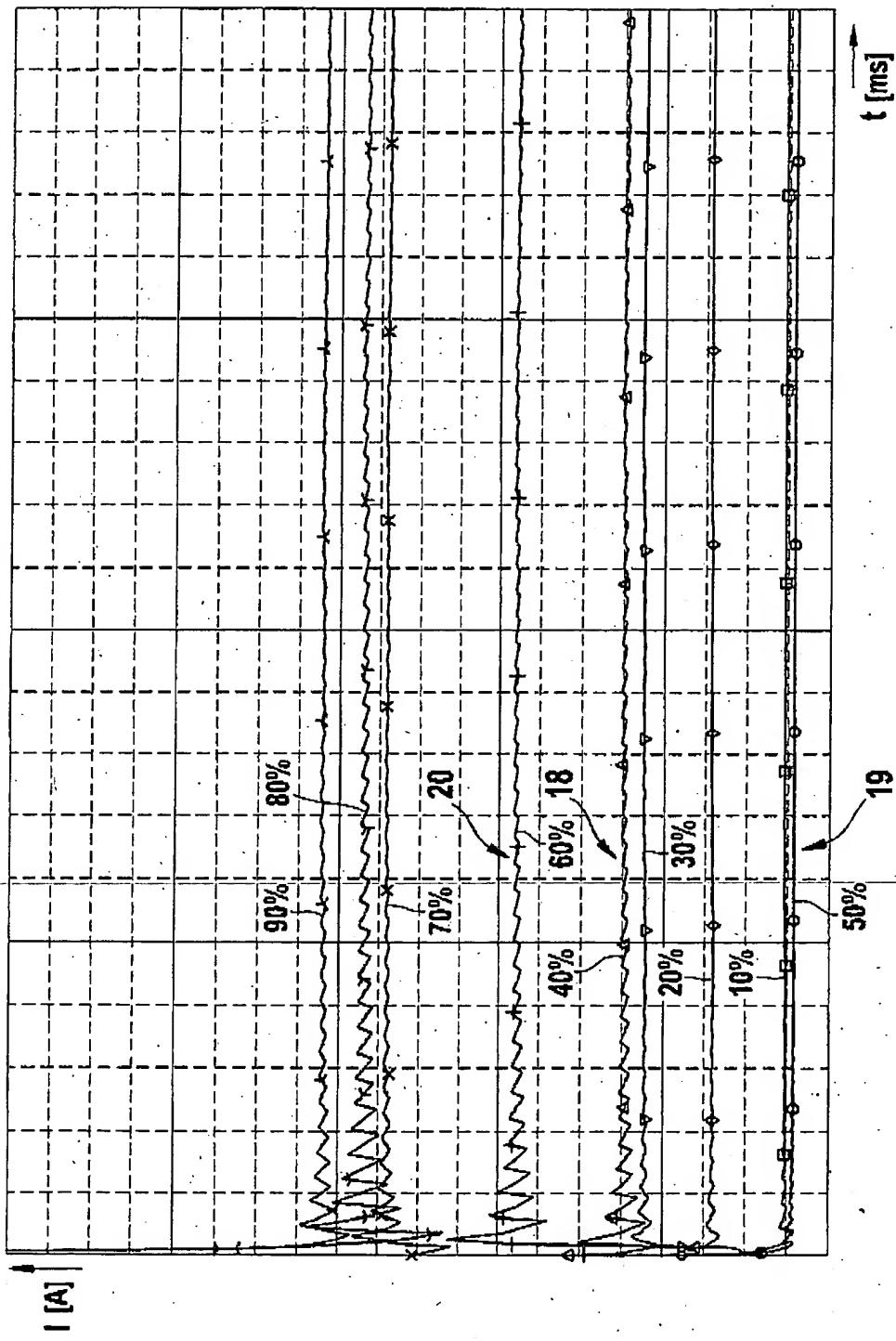


RB01/2233

R. 304672

6 / 6

Fig. 8



RB01/2233